

⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑪ **DE 3644802 A1**

⑤① Int. Cl. 4:  
**G02B 6/24**  
H 01 L 41/08

②① Aktenzeichen: P 36 44 802.8  
②② Anmeldetag: 31. 12. 86  
②③ Offenlegungstag: 14. 7. 88

Benördnungentum

DE 3644802 A1

⑦① Anmelder:

Schmitt, Hans Jürgen, Prof. Dr.rer.nat.; Seidenberg,  
Jürgen, Dipl.-Ing., 5100 Aachen, DE

⑦② Erfinder:

gleich Anmelder

⑤④ Elektrisch-steuerbarer Glasfaser-Schalter

Die bisher bekannten elektrisch-steuerbaren, mechanischen Glasfaser-Schalter (sog. Glasfaser-Relais) benutzen einen Elektromagneten als elektromechanischen Antrieb. Das bedingt einen relativ hohen elektrischen Leistungsbedarf von 100-700 mW und führt zu langsamen Schaltvorgängen von 10-30 ms. Das neue Glasfaser-Relais soll sich durch eine geringe Betriebsleistung und kurze Schaltzeiten auszeichnen.

Als elektromechanischer Antrieb wird ein piezoelektrischer Bimorph-Streifen verwendet, der sich beim Anlegen einer elektrischen Spannung verbiegt und somit Glasfasern gezielt positionieren kann. Da ein frei schwingender Bimorph-Streifen ein stark oszillierendes Einschwingverhalten zeigt, wurde eine zusätzliche magnetische Bedämpfung der Bewegung durch den Einsatz von Anschlägen, die zum Teil aus dauermagnetischem Material bestehen, und korrespondierenden Metallteilen am Streifen vorgenommen. Um sog. Kriecheffekte im piezoelektrischen Material zu verhindern, wird der Bimorph-Streifen nicht mit einer sprunghaftigen Spannungsfunktion, d. h. zwei Spannungswerten (z. B. 0 V, 200 V), sondern mit einer von einem kurzzeitigen Spitzenwert auf einen niedrigeren Endwert abklingenden Funktion angesteuert (z. B. 0 V, 200 V - > 120 V), die mit Hilfe eines in das Relais integrierten verlustarmen Spannungswandlers gewonnen wird. Die mit einem Prototyp erreichten Werte ergaben einen Leistungsbedarf von 15 mW (5 V/3 mA) bei Schaltzeiten von < 3 ms.

DE 3644802 A1

## Patentansprüche

1. Verfahren und Anordnung zum elektrisch steuerbaren Schalten des Lichtes einer Glasfaser in eine oder mehrere weitere Glasfasern, die auf einem festen und einem beweglichen Teil angebracht sind, wobei das bewegliche Teil so bewegt werden kann, daß eine im wesentlichen dämpfungslose Lichtübertragung zwischen einer Glasfaser des beweglichen Teils und der Glasfaser des festen Teils erfolgen kann, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

- a) die Bewegung resultiert aus dem Ausnutzen des inversen piezoelektrischen Effektes infolge der Verwendung eines piezoelektrischen Materials, das mit unterschiedlichen elektrischen Feldstärken betrieben wird,
- b) um die Endpositionen des bewegten Teils zu fixieren, sind einstellbare, im festen Teil verankerte, Anschläge vorgesehen,
- c) diese Anschläge bestehen zumindest teilweise aus dauermagnetischem Material, das mit einem entsprechenden Gegenstück am beweglichen Teil einen magnetischen Kreis bildet und somit die Bewegung des beweglichen Teils beeinflußt.

2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine oder eine Vielzahl von Glasfasern am festen und beweglichen Teil befestigt sind, so daß stets mindestens ein Paar Glasfasern aus je einer beliebigen Faser des festen und beweglichen Teils existiert, das Licht weiterleiten kann.

3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das piezoelektrische Material mit einer Spannungsfunktion betrieben wird, die am Ende des Schaltvorgangs eine absolut kleinere Spannung aufweist, als während des Schaltvorgangs.

4. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die zur Erzeugung der Feldstärken benötigten Spannungen durch Spannungswandlung mit einem verlustarmen Spannungswandler aus einer Niederspannung gewonnen werden, so daß das gesamte Relais nur einen Niederspannungs-Steuereingang besitzt.

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen elektrisch-steuerbaren Glasfaser-Schalter nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Elektrisch-steuerbare Glasfaser-Schalter werden in der Regel durch eine mechanische Bewegung zumindest einer der beteiligten Glasfasern realisiert. Dabei wird als Antrieb für diese Bewegung ein Elektromagnet eingesetzt. Die Nachteile eines elektromagnetischen Antriebs sind relativ hohe elektrische Betriebsleistung und lange Schaltzeiten.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen elektrischsteuerbaren Glasfaser-Schalter zu entwickeln, der minimale Betriebsleistung und kurze Schaltzeiten aufweist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die im kennzeichnenden Teil von Anspruch 1 aufgeführten Merkmale gelöst. Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der Beschreibung, worin im folgenden einige Ausführungsbeispiele der Er-

findung erörtert werden. Es zeigen

Fig. 1 das Prinzip der Wirkungsweise eines Glasfaser-schalters unter Verwendung eines piezoelektrischen Körpers

Fig. 2 das Prinzip der Wirkungsweise eines Glasfaser-Schalters unter Verwendung eines Piezo-Bimorph-Streifens

Fig. 3 eine Detailzeichnung des losen Endes des Piezo-Bimorph-Streifens mit den Anschlägen

Fig. 4 das Blockschaltbild der erfindungsmäßigen Anordnung

Fig. 5 verschiedene Spannungsfunktionen und das dazugehörige optische Signal zur Verdeutlichung einer besonders vorteilhaften Spannungsfunktion.

Bei Körpern aus piezoelektrischen Materialien kann man durch Erzeugen einer entsprechenden elektrischen Material-Feldstärke, eine Formänderung (d.h. Längenänderung, Dickenänderung etc.) des Körpers erzielen. Bei der erfindungsmäßigen Einrichtung wird die Bewegung der zu schaltenden Glasfasern durch Ausnutzung dieses inversen piezoelektrischen Effektes erzielt.

Ein einfaches Ausführungsbeispiel wird in Fig. 1 erläutert. Die Glasfaser 1 kann durch den piezoelektrischen Körper 8 in der Höhe positioniert werden. Abhängig davon, welche Spannung an diesen Körper gelegt wird, kann die Glasfaser 1 wahlweise gegenüber Glasfaser 3 oder Glasfaser 4 positioniert werden. Damit wird wahlweise Lichttransmission zwischen Glasfaser 1 und Glasfaser 3 oder Glasfaser 1 und Glasfaser 4 ermöglicht.

Ein anderes Ausführungsbeispiel resultiert aus dem Einsatz eines sog. Piezo-Bimorph-Streifen. Fig. 2 verdeutlicht die Funktionsweise an zwei einseitig fest eingespannten Streifen 8 und 9. Im oberen Teil der Zeichnung sind die beiden Piezo-Bimorph-Streifen spannungslos dargestellt. Wird z.B. an den Streifen 8 eine Spannung angelegt, verbiegt sich dieser wie im unteren Teil der Zeichnung gezeigt. Das bewegliche Ende dieses Streifens vollzieht demzufolge eine Positionsänderung, die äquivalent zu Fig. 1 ausgenutzt werden kann. Der Vorteil von Piezo-Bimorph-Streifen gegenüber piezoelektrischen Körpern besteht darin, daß für gleiche Auslenkungen (Positionsänderungen) kleinere elektrische Spannungen ausreichend sind.

Im Detail illustriert Fig. 3 eine entsprechende Anordnung. In diesem Beispiel sind an dem beweglichen Teil 8 zwei Glasfasern 1 und 2 befestigt; an dem starren Teil 9 sind zwei weitere Glasfasern 3 und 4 angebracht. Durch eine entsprechende Konstruktion der Anordnung wurde ein spannungsloser Zustand voreingestellt, bei dem eine Lichttransmission in den Glasfasern 1 und 4 erfolgt. Die exakte Position des beweglichen Teils 8 kann mit dem Anschlag 10 und der Einstellschraube 12 justiert werden. Wird an das bewegliche Teil 8 eine Spannung angelegt, schwingt das Ende gegen den zweiten Anschlag 11. Damit ist eine Lichttransmission in den Glasfaserpaaren 1 und 3 sowie 2 und 4 möglich. Die exakte Position des beweglichen Teils kann in diesem Fall mit dem Anschlag 11 und der zugehörigen Einstellschraube 13 eingestellt werden.

Um das Einschwingverhalten des beweglichen Teils deutlich zu verbessern, ist es erforderlich, die hohe Eigengüte dieses mechanischen Systems zu verringern, d.h. die Bewegungen des Teils zu bedämpfen. Theoretisch könnte man versuchen, das Teil in einer entsprechend viskosen Flüssigkeit zu bewegen; dies würde jedoch zu erheblichen Konstruktionsschwierigkeiten des gesamten Schalters führen. Deswegen wurde hier eine

andere Lösung gefunden. Die Anschläge 10 und 11 werden zumindest zum Teil aus dauermagnetischem Material ausgeführt. Denkbar waren z.B. auch beschichtete Magnete. Die Beschichtung könnte den Vorteil haben, die Haltbarkeit der Anschläge gegenüber mechanischer Abnutzung zu verbessern, oder z.B. Geräuscentwicklung zu verringern.

Am beweglichen Teil befinden sich die den magnetischen Kreis schließenden Metallplättchen 14 und 15. Schwingt das Teil 8 z.B. gegen Anschlag 11, dann wird infolge des sich schliessenden magnetischen Kreises, bestehend aus dem Metallplättchen 15 und dem Anschlag 11, eine magnetische Kraft auf das bewegliche Teil 8 ausgeübt, die zu einem schnellen Abklingen der Bewegung an Anschlag 11 führt. Dadurch wird Prellen (Reflexionen) des beweglichen Teils an diesem Anschlag stark reduziert.

In Fig. 4 ist das Blockschaltbild eines solchen elektrischsteuerbaren Glasfaser-Schalters angegeben. Die Anzahl und Konfiguration der Glasfasern entspricht den Anforderungen sog. Bypass-Relais. Es sind beliebige andere Ausführungen mit einer anderen Anzahl von Glasfasern am festen und/oder bewegten Teil ableitbar.

Die Bewegung der Glasfasern wird durch einen Piezo-Bimorph-Streifen 8 erreicht, der mit einer Spannungsfunktion 7 betrieben wird. Diese Spannungsfunktion wird mittels eines z.B. in das Schaltergehäuse integrierten, verlustarmen Spannungswandlers 8 erzeugt. Dieser setzt das typischerweise Niederspannungssignal 5, (z.B. 5 V) in eine geeignete Spannungsfunktion 7 um. Fig. 5 zeigt ein typisches Eingangsspannungssignal 5 und den Verlauf der optischen Transmission in einem der Glasfaserpaare 1 und 3 oder 2 und 4. In Beispiel a) ist die aus der sprungförmigen Eingangsspannung 5 gewonnene Piezo-Spannung ebenfalls sprungförmig. Die optische Transmission erreicht sehr allmählich ihren optimalen Endwert. Durch Erhöhung der Piezo-Spannungsfunktion (Beispiel b)) läßt sich der Verlauf der optischen Transmission drastisch verbessern. Jedoch wird man nach einigen Tagen Betrieb feststellen, daß sich die elektromechanischen Eigenschaften des Piezo-Bimorph-Streifens stark verändert haben, da dieser aufgrund der hohen Dauerbetriebsspannung ständig eine Kraft auf den Anschlag ausübt, und somit mit der Zeit "kriecht".

Um den Piezo-Bimorph-Streifen stationär in der Position am Anschlag zu halten, ist nur die niedrigere Spannung aus Beispiel a) erforderlich. In diesem Fall ruht der Streifen "nur angelehnt" an dem Anschlag. Die Eigenschaften des piezoelektrischen Materials ändern sich nicht. Um einen optimalen Verlauf der Transmission zu erzielen, ist es daher sinnvoll, im Schaltaugenblick eine höhere Piezo-Spannung vorzusehen, als nachdem der Streifen seine stationäre Position erreicht hat. Beispiel c) erläutert diesen Fall. Eine Ansteuerung mit Verlauf c) hat außerdem den Vorteil, daß die Leistungsaufnahme des gesamten Relais weiter minimiert wird. An Prototypen gemäß Fig. 2 bis 5 wurden Betriebsleistungen von nur 15 mW (5 V/ 3 mA) bei Schaltzeiten von 3 ms gemessen. Damit ermöglichen elektrisch-schaltbare Glasfaser-Schalter auf der Basis von piezoelektrischen Materialien problemlose Ansteuerung durch digitale integrierte Schaltungen und bieten sich für den Einsatz in optischen Datennetzen an.

- Leerseite -

3644802

Nummer:  
Int. Cl. 4:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

36 44 802  
G 02 B 6/24  
31. Dezember 1986  
14. Juli 1988

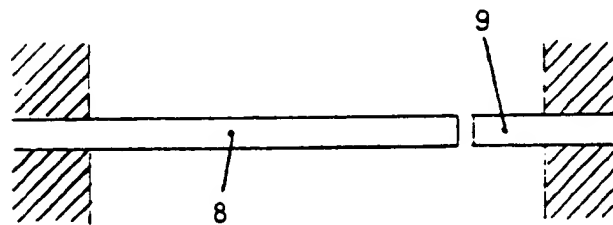
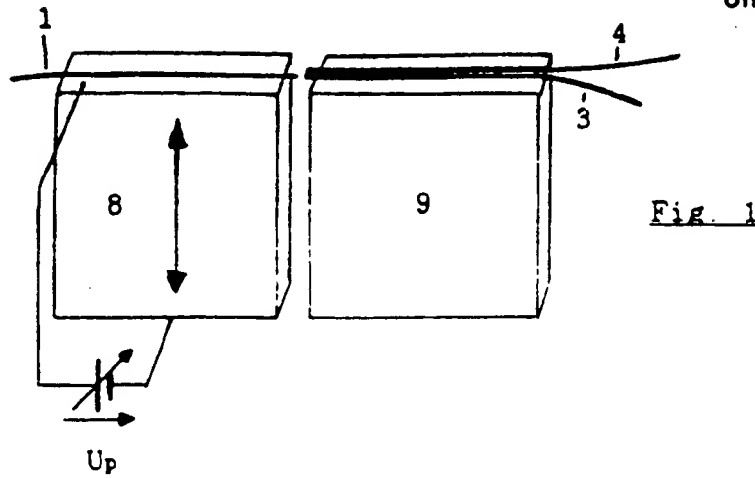
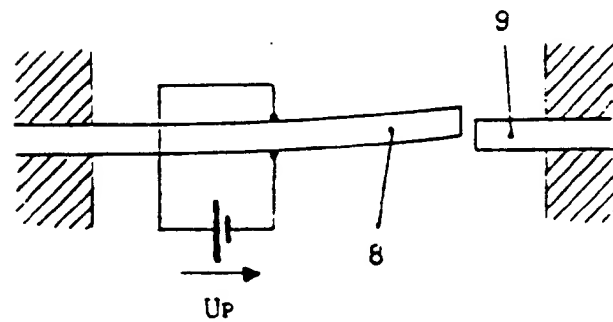


Fig. 2



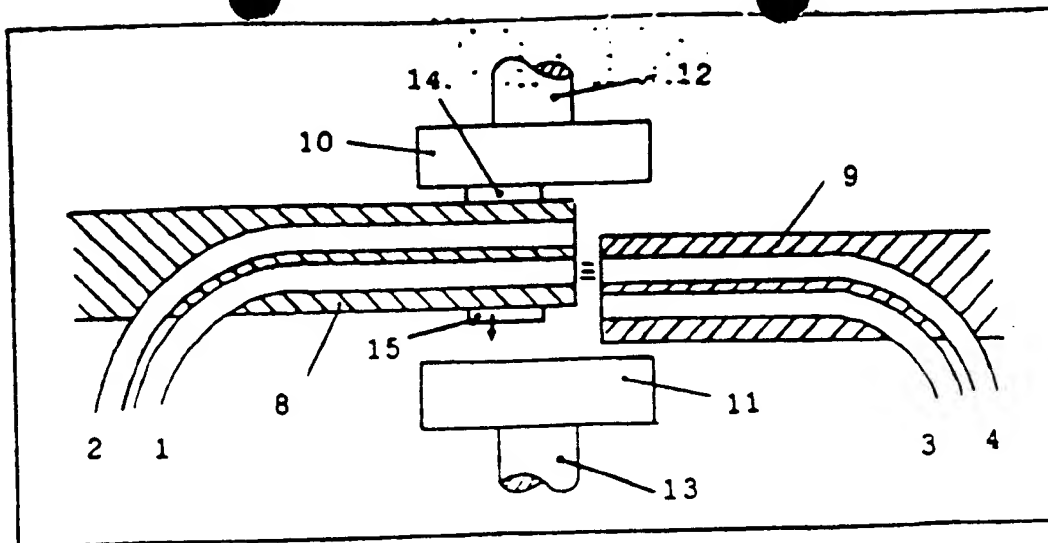


Fig. 3

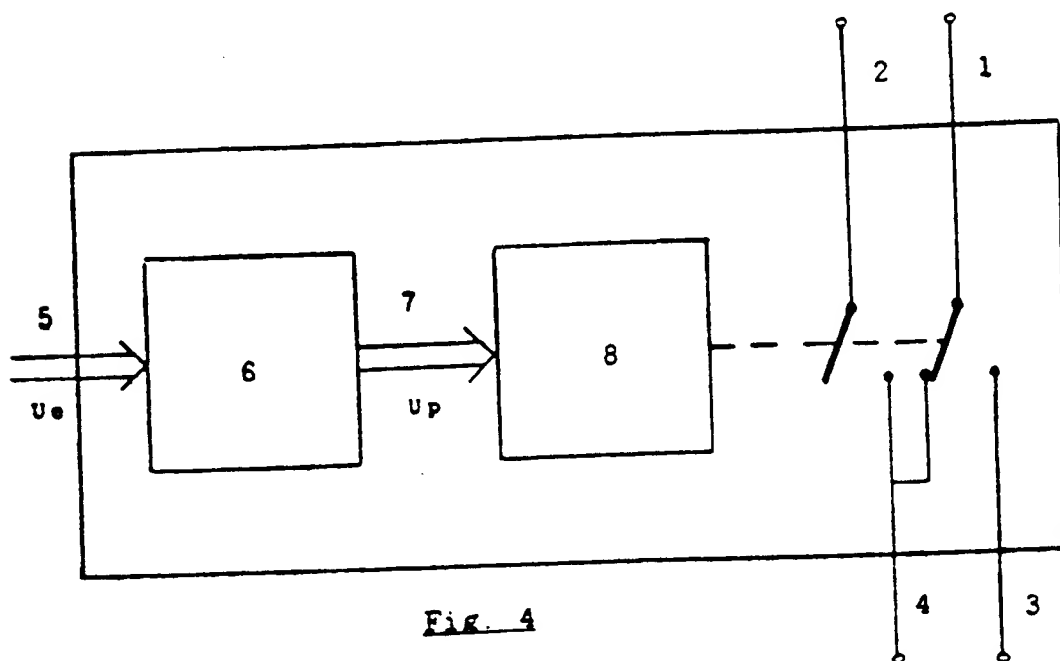


Fig. 4

